

Præstationsprøvning 2005

Partikler i lave koncentrationer

Arne Oxbøl
12. september 2005

Baggrund

I 2002 udgav Miljøstyrelsen et metodeblad med beskrivelse af bestemmelse af partikler i afkastluft (MEL-02 med reference til EN 13284-1). Referencelaboratoriets styregruppe har besluttet at udføre en sammenlignende prøvning for støv i lave koncentrationer iblandt danske måleinstitutter i 2005.

DANAK har været involveret i både den forberedende fase og i indsamlingen af resultater. DANAK stillede krav om, at de akkrediterede måleinstitutter enten deltog i den sammenlignende prøvning, eller alternativt fremlagde tilsvarende dokumentation fra andre interlaboratorieundersøgelser. Måleresultaterne blev sendt til DANAK fra de enkelte deltagende laboratorier, og sendte dem videre i anonymiseret form til Referencelaboratoriet for beregning.

Det var Miljøstyrelsens ønske, at deltagerne selv skulle finansiere hovedparten af projektomkostningerne. Miljøstyrelsen har dog af Referencelaboratoriets midler ydet et tilskud til igangsættelse af projektet.

I skorstenen på Amagerforbrændingen er der indrettet seks målestudse for måling af bl.a. partikler. Skorstenen har tidligere været vært for sammenlignende målinger af andre komponenter, hvor en ensartet flow-profil samt gode betingelser for ringtest blev dokumenteret. Ved tidligere målinger på Amagerforbrændingen var niveauet for partikler 0,7-1,4 mg/m³(n,t) ved aktuel iltprocent på ca. 7,5 vol %. Det var således en lav koncentration, som ønsket for testen. Det blev derfor valgt at bruge denne skorsten også for test af partikelmålinger.

Præstationsprøvningen har omfattet såvel måling/prøvetagning som de efterfølgende laboratorieanalyser.

Kort beskrivelse af projektet

Foruden test af partikelmåling blev også ilt- og vandmåling omfattet af testen, ligesom måling af kuldioxid blev tilbudt som valgfri parameter. På grundlag af erfaringer fra tidligere målinger og ønsket om dokumentation af alle målingernes forskellige delkomponenter blev det besluttet at rapportere totalpartikler og partikler excl. en eventuel skyllefase.

Invitationen blev sendt til seks laboratorier, der har akkreditering til at måle partikler i lave koncentrationer. Invitationen gælder også evt. andre interesserede parter, som er blevet orienteret via Referencelaboratoriets hjemmeside.

Selve den praktiske del af præstationsprøvningen blev gennemført d. 7. juni 2005. De deltagende laboratorier havde haft lejlighed til at opstille måleudstyr dagen før, og målingerne blev gennemført mellem kl. 9 og 16.

Måleinstitutterne har efterfølgende selv udført analyser eller anvendt et akkrediteret kontraktlaboratorium. Der blev udleveret skemaer til indrapportering af måleresultaterne.

Et laboratorium angav under forberedelsen, at man måske nok kunne måle så lave koncentrationer, som der forventedes at være i afkastet, men at disse er under laboratoriets akkrediterede detektionsgrænse. Andre laboratorier havde tilsvarende overvejelser om muligheden for at måle og angive korrekt så lave værdier. Vi enedes imidlertid om på forhånd, at det for alle er muligt at veje ganske små mængder og at beregne de faktiske værdier. De beregnede værdier skal efter aftale med DANAK rapporteres i denne sammenhæng uden hensyn til evt. begrænsninger i akkrediteringen. Resultaterne kan evt. bruges i en overvejelse af, om de enkelte laboratorier fremover kan udvide det akkrediterede område nedad.

DANAK modtog alle resultaterne, gav dem kodenumre og sendte dem på e-mail til Referencelaboratoriet den 5. august 2005.

Denne rapport er sendt til de deltagende laboratorier, Miljøstyrelsen og DANAK og publiceres i slutningen af 2005 på Referencelaboratoriets hjemmeside.

Gennemførelse

Præstationsprøvningen afholdtes tirsdag den 7. juni 2005 klokken 09:00-16:00. Følgende måleinstitutter deltog:

- Teknologisk Institut
- FORCE Technology
- Eurofins Danmark A/S
- Elsam
- Energi E2

Deltagerne anvendte forskellige varianter af den af Miljøstyrelsen anbefalede metode. Et laboratorium anvendte samlet vejning af sonde, cyklon og filterhus, hvorfor skylning ikke var aktuel for dette laboratorium. De øvrige laboratorier anvendte alle skylning. Skylleresten skal ifølge standarden adderes til filtervægten proportionalt med vægten på filtrene.

Hver opsamling af partikler forløb over 45 minutter. På forhånd var der lagt op til halvtimes-målinger, men på grund af den lave partikelkoncentration (observeret på anlæggets Automatisk Moniterende System) blev tiden forøget.

Alle deltagere gennemførte målingerne, men på grund af strømsvigt for enkelte laboratorier ved én af målingerne er der taget visse forbehold for enkelte af de supplerende målinger (ilt og vand). Samtlige enkeltværdier er diskuteret i indeværende rapport, men to af resultaterne for det ene laboratorium er ændret fra negative værdier til nul.

Dokumentation af de "sande værdier"

For de aktuelle målinger findes ingen nominelle værdier, fordi partikelkoncentrationen varierer med anlæggets produktion. De enkelte laboratoriers resultater testes overfor gennemsnittet af samtlige resultater for hver måleserie efter statistisk test af, om enkeltresultater evt. må kasseres. Gennemsnittet er således det bedste estimat af "den sande værdi".

Variationen på gennemsnitsværdierne bestemmes ved spredningen på resultaterne.

Evaluering af resultaterne

Indledningsvis blev de fem måleværdier i hver måleserie testet med Grubb's test for outliers. Ingen enkeltværdier var outliers. Spredningerne for de fem måleserier er testet med Cochrans test, og ingen spredninger har været outliers. Bilag 1 viser spredningerne i hver måleserie mod middelværdierne i måleserierne. Det ses, at spredningen ikke er afhængig af middelværdien. Det er derfor rimeligt at antage, at spredningen er den samme i alle måleserier for hver parameter. Den anvendte spredning til de statistiske beregninger er derfor gennemsnittet af de fem spredninger for hver parameter.

En z-score er beregnet for hvert enkelt måleresultat ud fra følgende formel (reference ISO 43-1, annex A, p. 12):

$$z = \frac{|x_i - X|}{s}, \text{ hvor}$$

- x_i er laboratoriets resultat
- X er gennemsnittet af alle laboratoriers værdier
- s er spredningen på måleværdierne (1xRSD)

Det er i beregningerne forudsat, at x-scorerne er normalfordelt (omkring 0). På baggrund heraf angiver ISO 43-1 følgende vurderingskriterier for resultaterne:

z	Vurdering
$ z \leq 2$	tilfredsstillende
$2 < z < 3$	tvivlsom
$ z \geq 3$	ikke tilfredsstillende

De resulterende z-scorer er anført i nedenstående afsnit for hver parameter.

Vi har – i et særligt afsnit - valgt at beregne en vejledende E_n -score ifølge ISO 43-1, annex A, p. 12, vel vidende at en E_n -score kræver en nominel værdi. Begrundelsen for at beregne E_n -scoren er at teste, om laboratorierne angivne usikkerhed er i overensstemmelse med de opnåede resultater.

$$E_n = \frac{x - X}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

hvor

- x og X har de ovenfor angivne betydninger
- U_{lab}^2 er det enkelte laboratoriums angivne usikkerhed (1,96 x RSD)
- U_{ref}^2 er usikkerheden på den nominelle værdi (1,96 x RSD). Vi benytter den beregnede spredning for samtlige fem måleserier til beregningen af U_{ref}^2

E_n -scorer mindre end eller lig med 1 er tilfredsstillende, mens E_n -scorer større end 1 ikke er tilfredsstillende.

Deltagernes resultater

Ikke alle deltagere indrapporterede resultaterne indenfor fristen, som var sat til den 28. juni 2005. DANAK har derfor først kunne sende resultaterne den 5. august 2005.

De enkelte deltageres resultater vises i skemaer for hver parameter sammen med beregning af teststørrelserne. Laboratorierne er anmodet om at angive usikkerheden på basis af et 95% konfidensinterval (d.v.s. 1,96 * RSD).

Partikler - måleværdier

Tabel 1 viser resultaterne for partikelmålingerne ved aktuel iltprocent – total partikler incl. skyl, partikler excl. skyl og beregnede værdier for skyl. For overskuelighedens skyld er afvigende resultater fremhævede med farver. Tabel 2 viser resultaterne ved referenceiltprocenten.

Vi har valgt at vise resultaterne ved aktuel iltprocent for også at kunne vurdere de "rå" måletal uden korrektioner. Korrektioner kan evt. sløre billedet, fordi de enkelte laboratorier måler forskellige iltkoncentrationer.

Indholdet af partikler var hele dagen meget lavt, og for nogle laboratoriers vedkommende under deres akkrediterede detektionsgrænse.

Tabel 1. Målte partikelkoncentrationer ved aktuel iltprocent

	Måling	1	2	3	4	5	
	Laboratorium	mg/m ³ (n,t)					
Excl. skyl	2	0,16	0,11	0,14	0,20	0,18	
	3	0,201	0,302	0,260	0,130	0,474	
	4	0,11	0,31	-0,13	0,24	-0,06	
	6						
	7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Total	2	0,48	0,35	0,44	0,62	0,58	
	3	0,295	0,447	0,383	0,188	0,699	
	4	0,06	0,24	-0,19	0,18	-0,13	
	6	0,37	0,0	0,1	0,29	0,09	
	7	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	
							Sum
Skyl	2	0,32	0,24	0,30	0,42	0,40	1,68
	3	0,094	0,145	0,123	0,058	0,225	0,645
	4	-0,05	-0,07	-0,06	-0,06	-0,07	-0,31
	6	-	-	-	-	-	-
	7	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,7

Tabel 2. Målte partikelkoncentrationer ved referenceiltprocent

	Måling	1	2	3	4	5	
	Laboratorium	mg/m ³ (n,t)					
Excl. skyl	2	0,13	0,09	0,11	0,17	0,15	
	3	0,163	0,239	0,199	0,108	0,404	
	4	0,09	0,25	-0,10	0,21	-0,05	
	6						
	7	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	
Total	2	0,39	0,27	0,34	0,52	0,50	
	3	0,240	0,354	0,294	0,157	0,595	
	4	0,05	0,20	-0,15	0,15	-0,11	
	6	0,30	0,0	0,07	0,24	0,08	
	7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	
							Sum
Skyll	2	0,26	0,18	0,23	0,35	0,35	1,37
	3	0,077	0,115	0,095	0,049	0,191	0,527
	4	-0,04	-0,05	-0,05	-0,06	-0,06	-0,26
	6	-	-	-	-	-	-
	7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,5

Laboratorium nr. 2 angav resultaterne for total partikler som mindre end de viste værdier. Værdierne for excl. skyl var imidlertid angivet eksakt. Vi vurderer derfor, at det er skylleværdierne, der er under detektionsgrænsen. De angivne værdier er i beregningerne benyttet som eksakte måleværdier.

Laboratorium 4 har angivet negative værdier for både totalpartikler og excl. skyl for målingerne 3 og 5. Samme laboratorium har fratrukket en skylleværdi for samtlige målinger. Vi har ikke taget stilling til dette før beregningerne, men gennemført dem med rapporterede totalværdier. Negative resultater indgår i den statistiske beregning med (negative) værdi, idet det antages, at der er tale om reelt målte værdier, som bør indgå på lige fod med andre (positive) værdier.

En statistisk test (Cochrans Test) har ikke afsløret outliers, og de negative værdier kan således ikke elimineres som sådanne.

Laboratorium 7 har foretaget en forkert korrektion til referenceiltprocent for totalværdierne. Den aktuelle iltprocent var lavere end referenceiltprocenten, men den korrigerede værdi er højere end værdien ved aktuel iltprocent. Værdierne excl. skyl er korrigeret rigtigt. De øvrige laboratorier har lavere, korrigerede værdier for både total og excl. skyl.

Betydningen af skylleresten illustreres i tabel 3, hvor skylleresten er angivet i procent af totalværdien for laboratorierne 2, 3 og 7. Laboratorium 4 har negativ skyllerest, og laboratorium 6 skyller ikke.

Tabel 3. Skyllerestens andel af totalværdien

Måling	1	2	3	4	5
Laboratorium	%				
2	67	69	68	68	69
3	32	32	32	31	32
7	33	33	50	50	33

Skylleresten er således ikke ubetydelig ved måling i lave partikelkoncentrationer.

Tabel 4 viser z-scorer for totalpartikler ved aktuel iltprocent, og tabel 5 viser z-scorer for totalpartikler ved referenceiltprocent.

Tabel 4. Totalværdier og z-scorer for partikelmålinger ved aktuel iltprocent

	Måling	1	2	3	4	5
	Laboratorium	mg/m ³ (n,t)				
Total	2	0,48	0,35	0,44	0,62	0,58
	3	0,295	0,447	0,383	0,188	0,699
	4	0,06	0,24	-0,19	0,18	-0,13
	6	0,37	0,0	0,1	0,29	0,09
	7	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3
z-score	2	0,8	0,4	1,0	1,3	1,2
	3	0,0	0,8	0,7	0,7	1,8
	4	1,1	0,1	1,9	0,7	2,0
	6	0,3	1,2	0,6	0,2	1,0
	7	0,0	0,1	0,8	0,3	0,0

Samtlige z-scorer er mindre end eller lig med 2 og dermed tilfredsstillende. En evt. korrektion af de negative værdier kan evt. påvirke denne konklusion.

Tabel 5. Totalværdier og z-scorer for partikelmålinger ved referenceiltprocent

	Måling	1	2	3	4	5
	Laboratorium	mg/m ³ (n,t)				
Total	2	0,39	0,27	0,34	0,52	0,5
	3	0,240	0,354	0,294	0,157	0,595
	4	0,05	0,20	-0,15	0,15	-0,11
	6	0,30	0,0	0,07	0,24	0,08
	7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4
z-score	2	0,6	0,1	0,6	1,0	1,0
	3	0,2	0,5	0,4	0,8	1,5
	4	1,1	0,2	1,7	0,8	1,9
	6	0,1	1,2	0,7	0,4	1,0
	7	0,6	0,8	1,4	0,9	0,5

Samtlige z-scorer er mindre end eller lig med 2 og dermed umiddelbart tilfredsstillende. De forkert korrigerede værdier for laboratorium 7 kan evt. påvirke denne konklusion.

Det lave partikelniveau har betydet formelle brud på nogle af laboratorierne akkrediteringer og samtidig været medvirkende årsag til afvigende værdier i form af negative værdier. Luftvejledningens laveste partikelgrænseværdi er på 10 mg/m³, hvilket svarer til, at man - for at eftervise den i henhold til MEL-21 - skal kunne detektere 1 mg/m³ (10% af grænseværdien). På måledagen var niveauet dog lidt lavere, og tiden var begrænset. Et lidt højere niveau havde været ønskværdigt, men testen har på den anden side sat fokus på de vanskeligheder, der kan opstå ved lave koncentrationer. Ved måling af så lave niveauer er det vigtigt, at vejreproceduren optimeres, således at spredning og detektionsgrænse gøres så lav som muligt.

Ilt

Tabel 6 viser resultaterne og z-scorerne for iltmålingerne.

Tabel 6. Målte iltkoncentrationer og z-scorer

	Måling	1	2	3	4	5
	Laboratorium	vol% tør				
Total	2	8,72	8,40	8,03	9,06	9,23
	3	8,69	8,39	8,00	9,01	9,27
	4	8,82	8,52	8,17	9,30	9,37
	6	8,6	8,2	7,9	8,9	9,1
	7	8,60	8,50	8,50	9,30	9,60
z-scorer	2	0,2	0,0	0,5	0,3	0,5
	3	0,0	0,1	0,7	0,6	0,3
	4	0,8	0,7	0,3	1,1	0,3
	6	0,5	1,2	1,3	1,3	1,3
	7	0,5	0,6	2,3	1,1	1,7

For laboratorium 2 er iltmålingen i serie 3 ikke gennemført i hele perioden p.g.a. strømsvigt. Tilsvarende for laboratorium 4 i målingerne 3 og 4.

Samtlige z-scorer er mindre end 2 og dermed tilfredsstillende.

Vand

Tabel 7 viser resultaterne og z-scorerne for vandmålingerne.

Tabel 7. Målte vandkoncentrationer og z-scorer

	Måling	1	2	3	4	5
	Laboratorium	vol% (våd)				
Total	2	19,1	18,2	20,1	18,7	18,6
	3	18,9	16,8	18,6	18,9	17,4
	4	15,67	14,52	15,92	14,05	14,51
	6	16,5	15,7	17,3	16,2	16,0
	7	11,7	12,9	15,9	15,5	15,3
z-scorer	2	1,3	1,2	1,2	1,0	1,1
	3	1,2	0,6	0,5	1,1	0,5
	4	0,3	0,5	0,8	1,2	0,9
	6	0,1	0,0	0,1	0,2	0,2
	7	2,2	1,3	0,8	0,6	0,5

For laboratorium 6 er vandmålingen i serie 3 ikke gennemført i hele perioden p.g.a. strømsvigt. Tilsvarende for laboratorium 4 i målingerne 3 og 4.

Laboratorium 7 havde angivet værdierne i kg vand per kg tør gas. Referencelaboratoriet har omregnet til vol% (våd) ved hjælp af laboratorium 7's egne ilt- og kuldioxidmålinger.

Samtlige z-scorer med en enkelt undtagelse er mindre end 2 og dermed tilfredsstillende. Den sidste z-score (laboratorium 7, måling 1) er i området "tvivlsom".

Kuldioxid

Kun fire laboratorier deltog i testen af kuldioxid. Tabel 8 viser resultater og z-scorer.

Tabel 8. Målte kuldioxidkoncentrationer og z-scorer

	Måling	1	2	3	4	5
	Laboratorium	vol% (tør)				
Total	2	10,77	10,88	11,24	10,49	10,28
	3	11,2	11,3	11,6	10,9	10,7
	4	10,61	10,74	11,11	10,17	10,12
	6					
	7	10,4	10,5	10,5	9,7	9,4
z-scorer	2	0,1	0,1	0,3	0,4	0,4
	3	1,0	1,0	1,1	1,3	1,3
	4	0,3	0,3	0,0	0,3	0,0
	6					
	7	0,8	0,8	1,4	1,4	1,7

For laboratorium 2 er kuldioxidmålingen i serie 3 ikke gennemført i hele perioden p.g.a. strømsvigt. Tilsvarende for laboratorium 4 i målingerne 3 og 4.

Samtlige z-scorer er mindre end 2 og dermed tilfredsstillende.

Usikkerheder og E_n-scorer

Ikke alle laboratorierne har opgivet usikkerhederne i samme enheder som måleværdierne. Referencelaboratoriet har derfor foretaget de nødvendige omregninger. Ét laboratorium har ikke angivet en usikkerhed for partikler ved referencetilstanden. I det tilfælde har Referencelaboratoriet valgt at regne med samme usikkerhed som for partikler ved aktuel ilt. Samme laboratorium har ikke angivet en usikkerhed for kuldioxid. Denne usikkerhed er sat til 10% af måleværdien, svarende til laboratoriets angivelse for ilt og vand.

I tabel 9 vises de fra laboratorierne opgivne usikkerheder (1,96 x RSD). Hvor intet andet er anført, er usikkerheden opgivet i samme enhed som resultatværdien. I tabel 10 vises de omregnede usikkerheder (1,96 x RSD). Omregningerne er foretaget på gennemsnittet af laboratoriernes resultater i måleserierne.

Tabel 9. Laboratoriernes opgivne usikkerheder

	Resultat-enhed	Laboratorium				
		2*	3**	4	6	7
Partikel excl. skyl (ved aktuel O ₂)**	mg/m ³ (n,t)	0,20	0,13	-	-	0,2
Partikel excl. skyl (ved 11% O ₂)**	mg/m ³ (n,t)	0,17	0,11	-	-	0,2
Partikler total (ved aktuel O ₂)***	mg/m ³ (n,t)	0,54	0,24	2	10%	0,2
Partikler total (ved 11% O ₂)***	mg/m ³ (n,t)	0,45	0,19	-	10%	0,2
% O ₂	vol% (tør)	0,90	0,23	10% af værdi	3%	0,2
% H ₂ O	vol% (våd)	3,8	2,5	10% af værdi	5%	0,02***
% CO ₂	vol% (tør)	2,2	0,27	Ikke valideret	-	0,2

* Usikkerheden på partikelmålingerne er beregnet ud fra højest målte værdi

** Usikkerhederne er beregnet ud fra gennemsnittet af de fem målinger

*** kg H₂O/kg tør røg

Tabel 10. Omregnede usikkerheder

	Enhed	Laboratorium				
		2	3	4	6	7
Partikel excl. skyl (ved aktuel O ₂)**	mg/m ³ (n,t)	0,20	0,13	-	-	0,2
Partikel excl. skyl (ved 11% O ₂)**	mg/m ³ (n,t)	0,17	0,11	-	-	0,2
Partikler total (ved aktuel O ₂)***	mg/m ³ (n,t)	0,54	0,24	2	0,017	0,2
Partikler total (ved 11% O ₂)***	mg/m ³ (n,t)	0,45	0,19	2*	0,014	0,2
% O ₂	vol% (tør)	0,90	0,23	0,9	0,26	0,2
% H ₂ O	vol% (våd)	3,8	2,5	1,5	0,82	2,6
% CO ₂	vol% (tør)	2,2	0,27	0,5**	-	0,2

* Det antages, at usikkerheden er den samme som ved aktuel ilt

** Det antages, at usikkerheden er 10% af værdi som for ilt og vand

Bilag 2 viser E_n-scorer for samtlige parametre. Ud af 120 beregnede E_n-scorer var ingen større end 1. Det giver således ingen anledning til at sætte spørgsmålstegn ved, om nogle af laboratorierne angiver for lave usikkerheder, selvom beregningen kun er vejledende.

106 værdier var mindre end 0,5 heraf 43 mindre end eller lig med 0,1. Det kan måske på den baggrund diskuteres, om nogle af de opgivne usikkerheder er for store. En høj usikkerhed på laboratoriet giver beregningsmæssigt lave E_n-scorer, og det er derfor lettere at få godkendt et resultat. Igen skal det erindres, at beregningen kun er vejledende.

Konklusion

Målingerne blev gennemført uden nævneværdige problemer. Et strømfald betød, at nogle enkeltmålinger for ilt, vand og kuldioxid blev forkortet og dermed ikke er lige så valide som resten. Disse udfald har ikke haft betydning for partikelmålingerne.

Det meget lave indhold af partikler har betydet enkelte negative værdier og værdier angivet som mindre end. Men samtidig er der sat fokus på vejeprocedurens betydning for resultaterne ved så lave koncentrationer.

Ét laboratorium har korrigeret forkert for ilt, og dette kan påvirke konklusionen. Et andet laboratorium har haft problemer med skylleresten, hvilket også kan påvirke konklusionen.

Med de nævnte forbehold viser beregningerne, at alle har klaret sig godt, og alle z-scorer har været tilfredsstillende. Tilsvarende har modificerede E_n -scorer holdt sig inden for de accepterede grænser.

Målingerne af ilt, vand og kuldioxid var ramt af enkelte strømfald, men samtlige z-scorer var tilfredsstillende.

De statistiske test viste, at ingen enkeltværdier var outliers, ligesom ingen spredninger på måleserierne var outliers.

Et enkelt laboratorium har ikke angivet vandindholdet i den rigtige enhed, og flere usikkerhedsangivelser fra flere laboratorier er angivet i en anden enhed end resultatenheden eller ikke angivet. En enkelt z-score for bestemmelse af vand er i området "tvivlsom".

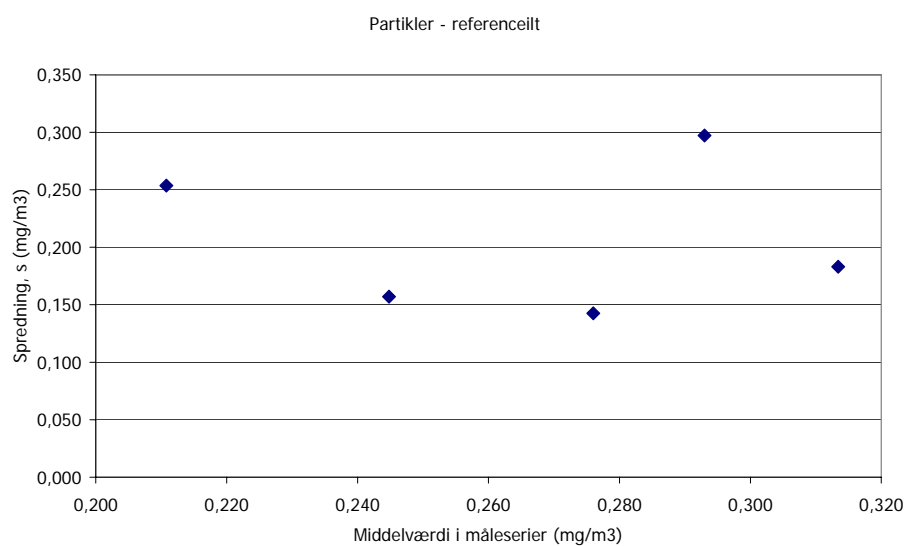
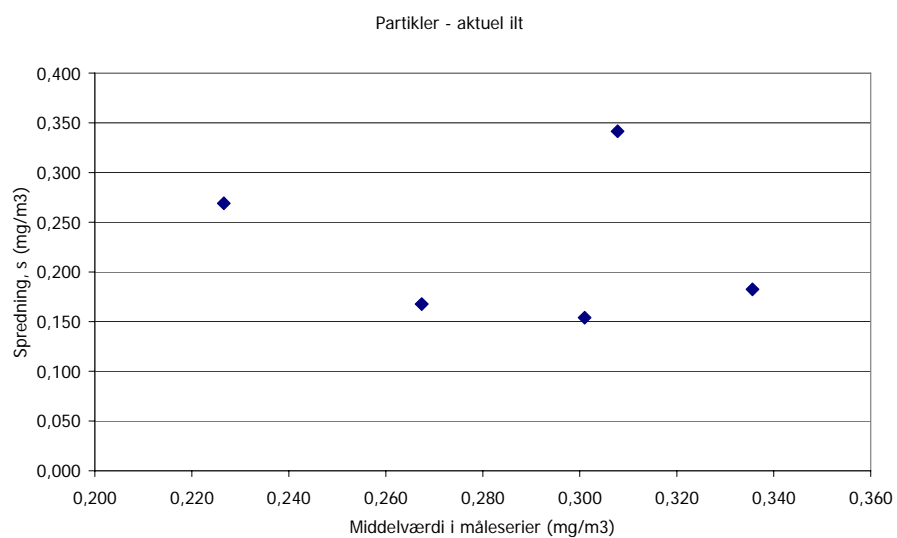
Sammenfattende har testen givet gode informationer om målearbejdet, og den viser, at målinger af lave koncentrationer generelt kan betragtes som ligeværdige blandt laboratorier. Det er dog værd at påpege, at de fleste af de konstaterede fejl og mangler ikke bør forekomme.

Bilag

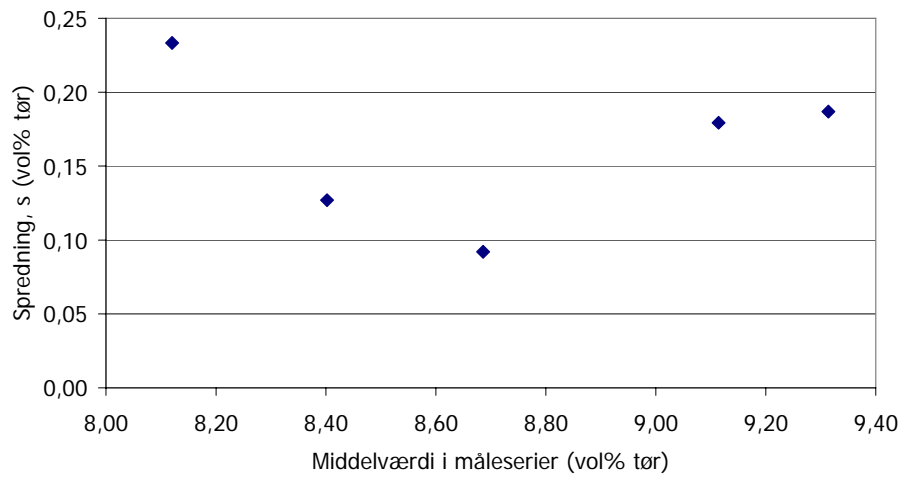
Bilag 1 Spredningernes afhængighed af middelværdierne
(3 sider)

Bilag 2 Beregnede E_n -scorer
(1 side)

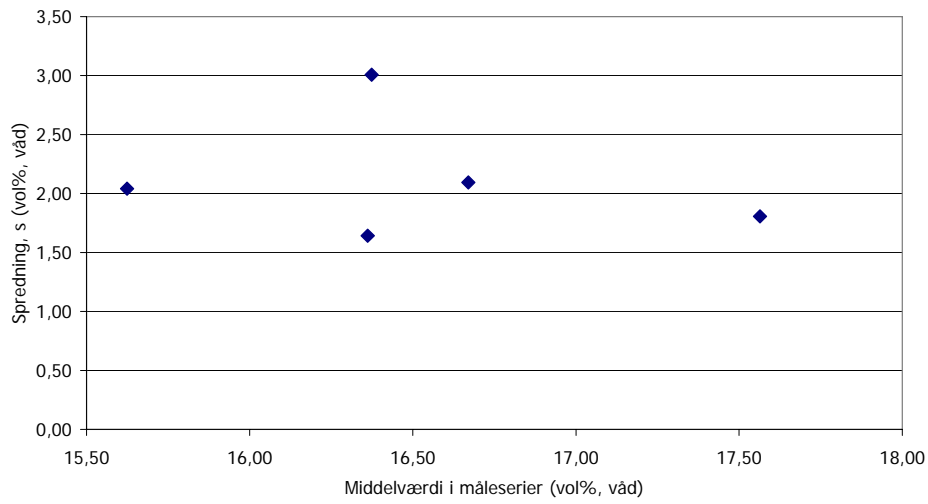
Bilag 1. Spredningernes afhængighed af middelværdierne

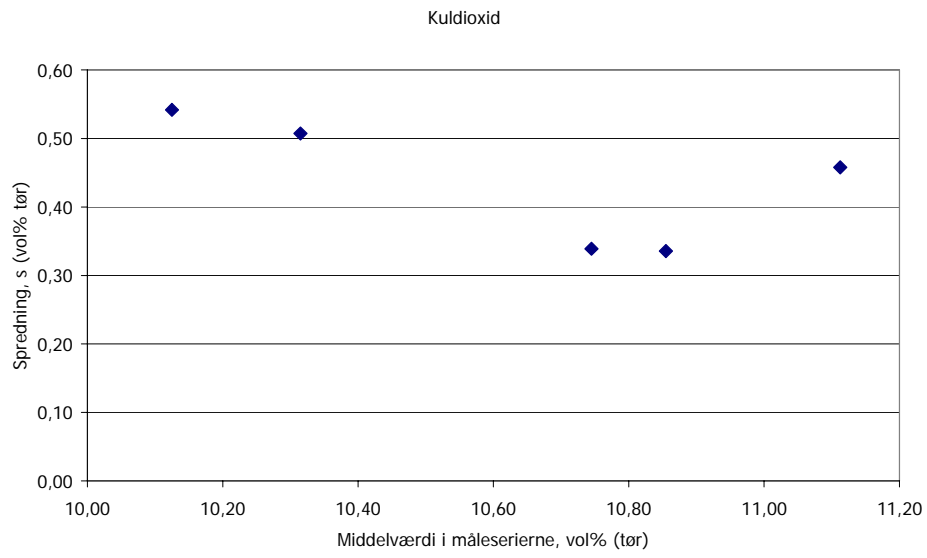


Ilt



Vand





Bilag 2. Beregnede E_n-scorer

Totalpartikler – aktuel iltprocent

U _{ref}	Måling	1	2	3	4	5	U _{lab}
0,446	Laboratorium	mg/m ³ (n,t)					
E _n -score	2	0,3	0,1	0,3	0,4	0,4	0,54
	3	0,0	0,4	0,3	0,3	0,8	0,24
	4	0,1	0,0	0,2	0,1	0,2	2
	6	0,2	0,6	0,3	0,1	0,5	0,017
	7	0,0	0,1	0,4	0,1	0,0	0,2

Totalpartikler – reference iltprocent

U _{ref}	Måling	1	2	3	4	5	U _{lab}
0,413	Laboratorium	mg/m ³ (n,t)					
E _n -score	2	0,2	0,0	0,2	0,3	0,3	0,45
	3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,7	0,19
	4	0,1	0,0	0,2	0,1	0,2	2
	6	0,1	0,6	0,3	0,2	0,5	0,014
	7	0,3	0,3	0,6	0,4	0,2	0,2

Ilt

U _{ref}	Måling	1	2	3	4	5	U _{lab}
0,327	Laboratorium	vol% tør					
E _n -scorer	2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,9
	3	0,0	0,0	0,3	0,3	0,1	0,23
	4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,9
	6	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,26
	7	0,2	0,3	1,0	0,5	0,7	0,2

Vand

U _{ref}	Måling	1	2	3	4	5	U _{lab}
4,236	Laboratorium	vol% (våd)					
E _n -scorer	2	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	3,8
	3	0,5	0,2	0,2	0,5	0,2	2,5
	4	0,2	0,2	0,4	0,6	0,4	1,5
	6	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,82
	7	0,9	0,5	0,3	0,2	0,2	2,6

Kuldioxid

U _{ref}	Måling	1	2	3	4	5	U _{lab}
0,873	Laboratorium	vol% (tør)					
E _n -scorer	2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	2,2
	3	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,27
	4	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,5
	6						
	7	0,4	0,4	0,7	0,7	0,8	0,2